

半導体レーザ (LD) は幅広い色再現性が可能で、低消費電力で明るいディスプレイを実現することができるため、赤緑青の三原色レーザがフルカラーディスプレイやプロジェクターの光源として用いられている。しかし、緑色 LD はまだ実用化されていないため、他の技術で代替してきた。このたび、日亜化学工業(株)と住友電気工業(株)から相次いで、青色 LD を改良して緑色 LD の作製に成功したことが発表された。前者はレーザの構造や半導体層の製造条件を工夫して、波長 510 ~ 515nm の室温連続発振を達成した。後者は基板の面方位を工夫し、窒化物系 LD で最長の 531nm の純緑色 LD を発振させた。

## トピックス 6 相次いで緑色半導体レーザの室温発振に成功

レーザ光は色純度が高く、またエタンデュと呼ばれる光源の発光面積と光源から発散していく光の立体角の積が小さいため、幅広い色再現性が可能で、効率の点でもランプや発光ダイオード (LED) より優れている。特に半導体レーザ (LD) は LED に比較してエタンデュが数桁小さく、低消費電力で明るいディスプレイを実現することができ、赤緑青の三原色レーザがフルカラーディスプレイやプロジェクターの光源として用いられるようになっている。しかし、赤色と青色の LD は市販されているものの、緑色 LD はまだ実用化されていない。緑色光源としては、赤外線レーザ光 (波長 ~ 1060nm) を半分の波長の緑色 (約 530nm) に変換する技術 (SHG: Second Harmonic Generation) が代替技術として用いられている。SHG 方式は、部品数が多いこと、消費電力が大きいことなどが問題であり、緑色 LD の実用化には大きな期待がかかっている。3 原色 LD が揃えば、他のさまざまな機器の開発も加速すると考えられる。

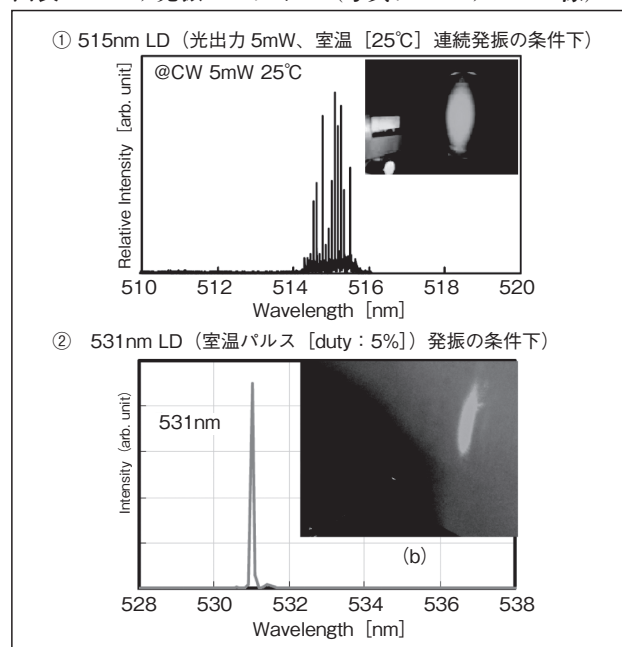
このような背景のなかで、日本の企業から、緑色 LD 開発の報告が相次いでなされた。

日亜化学工業(株)は、510 ~ 515nm の青緑色 LD の室温連続発振に成功したと発表した<sup>1)</sup>。材料系は、現在実用化されている青色 LD と同じⅢ族窒化物 (AlInGaN) 系である。この系では発振波長を長くすることが難しく、最長でも 500nm 波長の LD までしか開発できていなかった。発振波長を長くするためには発光層の In を増加させなければならないが、In 組成が大きくなると発光層の品質が劣化する問題が未解決であった。今回の発表では、LD 構造を改良するとともに発光層品質が低下しない製造条件を見出し、長波長化を達成した (図表①)。マルチモードではあるが、中心波長 515nm のスペクトルが観察されている。寿命は、室温 (25℃) で出力 5mW 連続発振において 5,000 時間以上と推定されており、実用化の一手手前と言える。

一方、住友電気工業(株)は、パルス発振 (duty: 5%) で

はあるものの、531 nm の室温レーザ発振に成功したと発表した<sup>2)</sup>。これはこれまで発表された窒化物系 LD の中で最も長波長の純緑色 LD であり、用いた基板に特徴がある。窒化物系 LD で長波長化が困難であったもうひとつの要因として、piezo 効果の影響があった。多くの窒化物系 LD は c 面の GaN 基板上に作製されてきた。c 面は極性面であるため、発光層の In 組成が大きくなるにつれて piezo 効果が生じ、発光効率が低下する。piezo 効果が小さい無極性面や半極性面上への LD 作製が試みられたが、高品質の発光層が得られていなかった。同社の研究グループは、基板として新たな半極性面 ( $\{20\bar{2}1\}$  面) の GaN 基板を作製し、その基板上に LD を試作したところ、高品質の発光層が形成でき、531nm のレーザ発振が確認できた (図表②)。また、520nm での連続発振も報告されている<sup>3)</sup>。

図表 レーザ発振スペクトル (写真はレーザビーム像)



出典：参考文献<sup>1), 2)</sup>

### 参 考

- 1) T. Miyoshi et al.: 510-515nm InGa<sub>N</sub>-Based Green Laser Diode on c-Plane GaN Substrate, Appl. Phys. Express 2 (2009) 062201
- 2) Y. Enya et al.: 531nm Green Lasing of InGa<sub>N</sub> Based Laser Diodes on Semi-Polar  $\{20\bar{2}1\}$  Free-Standing GaN Substrates, Appl. Phys. Express 2 (2009) 082101
- 3) Y. Yoshizumi et al.: Continuous-Wave Operation of 520nm Green InGa<sub>N</sub>-Based Laser Diodes on Semi-Polar  $\{20\bar{2}1\}$  GaN Substrates, Appl. Phys. Express 2 (2009) 092101